

(19)



(11)

EP 3 006 887 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
13.04.2016 Patentblatt 2016/15

(51) Int Cl.:
F28F 9/26 (2006.01) **F28F 19/00** (2006.01)
F28D 7/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14187930.4**

(22) Anmeldetag: **07.10.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder: **Schmid, Jürgen**
78628 Rottweil (DE)

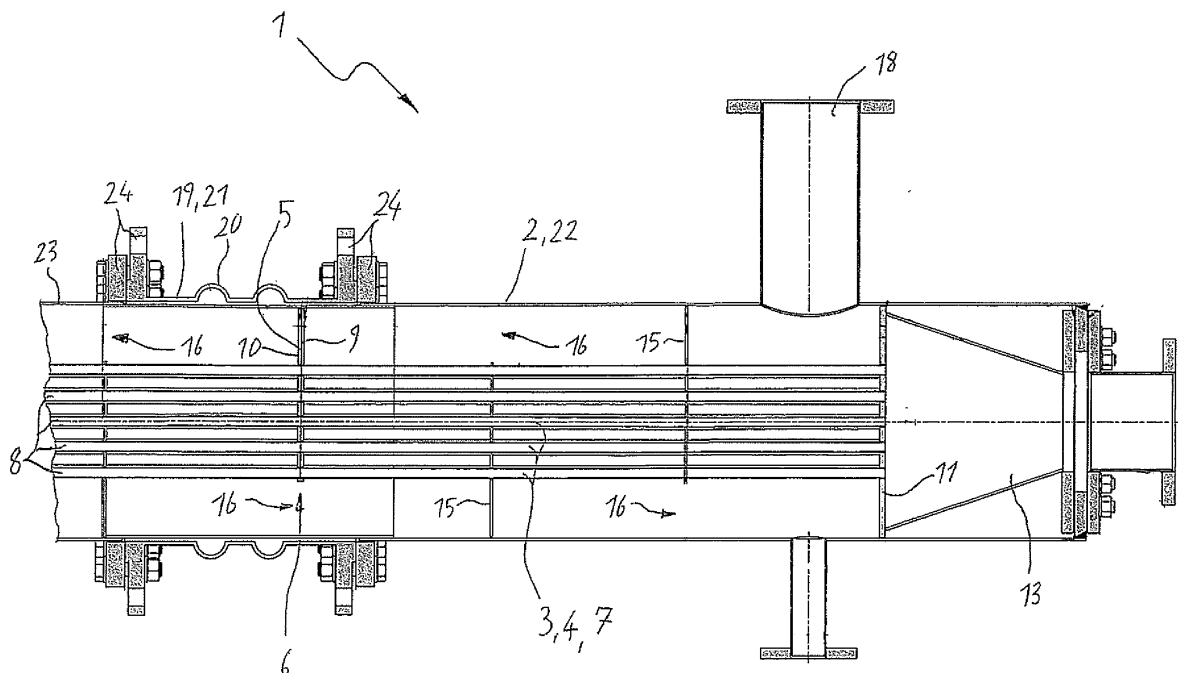
(74) Vertreter: **Späth, Dieter et al**
ABACUS
Patentanwälte
Lise-Meitner-Strasse 21
72202 Nagold (DE)

(71) Anmelder: **KOPF SynGas GmbH & Co. KG**
72172 Sulz-Bergfelden (DE)

(54) Rohrbündelwärmeübertrager

(57) Die Erfindung betrifft einen Rohrbündelwärmeübertrager (1) und schlägt vor, ein Rohrbündel (3) in ein kurzes und ein langes Rohrbündel (7, 8) trennbar und das kurze Rohrbündel (7) so lang auszubilden, dass sich das lange Rohrbündel (8) und eine Trennstelle (6) außerhalb

eines Kondensationsbereichs befinden. Korrosion beschränkt sich auf den Bereich des kurzen Rohrbündels (7), das korrosionsfest ausgebildet und/oder als Opferteil ausgetauscht werden kann.



EP 3 006 887 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Rohrbündelwärmeübertrager mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Die Offenlegungsschrift DE 33 44 500 A1 offenbart einen Rohrbündelwärmeübertrager, der aus Segmenten zusammengesetzt ist, die einen rechteckigen Rahmen und ein Rohrbündel aufweisen. Die Segmente werden mit Zugankern zusammengespannt, wobei zwischen den Segmenten plattenförmige Dichtungen angeordnet werden, die sowohl am Rahmen als auch an den gegen die Dichtungen stoßenden Rohren der Rohrbündel abdichten müssen. Die Rohre der Rohrbündel werden mäanderförmig durchströmt wofür die Strömung an Enden des Rohrbündelwärmeübertragers in Deckeln umgelenkt wird. Innerhalb der Segmente werden die Rohre im Querstrom und mäanderförmig umströmt. Die Rahmen der zusammengespannten Segmente bilden ein Gehäuse des Rohrbündelwärmetauschers, in dem ein Rohrbündel, das aus den Rohrbündeln der Segmente besteht, angeordnet ist. Eine Länge und damit eine Leistung des bekannten Rohrbündelwärmeübertragers wird durch die Anzahl der zusammengespannten Segmente mitbestimmt.

[0003] Ein Problem von Rohrbündelwärmeübertragern ist Korrosion, wenn ein den Rohrbündelwärmeübertrager durchströmendes Gas ein korrosives Medium enthält welches im Rohrbündelwärmeübertrager kondensiert. Es muss dann, wenn das korrosive Medium enthaltende Gas durch das Rohrbündel geleitet wird, zumindest das Rohrbündel aus einem korrosionsfesten und deswegen teuren Material hergestellt werden. Umströmt das feuchte, das korrosive Medium enthaltende Gas das Rohrbündel im Gehäuse müssen das Gehäuse und das Rohrbündel aus einem korrosionsfesten Material bestehen. Tritt trotz Verwendung an sich korrosionsfesten Materials Korrosion auf muss zumindest das Rohrbündel oder sogar der Rohrbündelwärmeübertrager insgesamt ausgetauscht werden mit entsprechenden Kosten. Das korrosive Medium kann beispielsweise ein säurebildendes Gas sein.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist einen Rohrbündelwärmeübertrager vorzuschlagen, der einen kostengünstigen Teiltausch des Rohrbündels ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Der erfindungsgemäße Rohrbündelwärmeübertrager weist ein Rohrbündel mit einer Trennstelle auf, an der das Rohrbündel in ein kurzes und ein langes Rohrbündel trennbar ist. Das kurze Rohrbündel bildet ein Opferteil, das im Fall von Korrosion getauscht wird. Der Rohrbündelwärmeübertrager wird so ausgelegt und betrieben, dass ein feuchtes Gas, das das Rohrbündel durchströmt oder das Rohrbündel im Gehäuse umströmt ausschließlich im Bereich des kurzen Rohrbündels kondensiert, d.h. das lange Rohrbündel einschließlich der Trennstelle befindet sich vollständig in einem Bereich, in dem die säurebildenden Gasbestand-

teile nicht kondensieren.

[0006] Wird der Rohrbündelwärmeübertrager von einem säurebildenden Gas oder einem Gasgemisch, das ein säurebildendes Gas enthält, durchströmt, wird der Rohrbündelwärmeübertrager an der Oberfläche der Rohre so ausgelegt, dass das säurebildende Gas ausschließlich im Bereich des kurzen Rohrbündels die Kondensationstemperatur unterschreitet. Das kurze Rohrbündel wird so lang ausgebildet, dass sich ein Kondensationspunkt des säurebildenden Gases im Bereich des kurzen Rohrbündels befindet. Das lange Rohrbündel ist dadurch keiner oder allenfalls geringer Korrosion ausgesetzt, das kurze Rohrbündel kann als Opferteil getauscht werden. Der Kondensationspunkt ist außer vom Gas von der Temperatur und dem Druck abhängig, d. h. von den Betriebsbedingungen des Rohrbündelwärmeübertragers. Die Länge des kurzen Rohrbündels ist für vorgesehene Betriebsbedingungen auszulegen. Bei Sonderbetriebsbedingungen, beispielsweise einem An- oder Abfahren oder ungewöhnlichen Gastemperaturen, -drücken und/oder -mengen, kann die Lage des Kondensationspunktes abweichen. Solche Sonderbetriebsbedingungen sollten zeitlich möglichst kurz gehalten werden.

[0007] Die Erfindung ermöglicht einen Rohrbündelwärmeübertrager, in dem nur ein kurzes Rohrbündel Korrosion durch Kondensation eines feuchten und ein korrosives Medium enthaltendes Gas ausgesetzt ist. Das kurze Rohrbündel kann aus einem korrosionsfesten Material bestehen und es kann im Falle von Korrosion ausgetauscht werden. Das lange Rohrbündel kann aus einem anderen, beispielsweise preiswerteren und/oder temperaturbeständigerem Material bestehen.

[0008] Ein Längenverhältnis zwischen dem kurzen und dem langen Rohrbündel ist abhängig u.a. von den Zu- und Abströmtemperaturen der den Rohrbündelwärmeübertrager durchströmende Fluide bzw. den Zuströmtemperaturen, Fluidmengen und vom Taupunkt des feuchten Gases, das das korrosive Medium enthält und als Fluid den Rohrbündelwärmeübertrager durchströmt. Anzustreben ist ein möglichst kurzes und ein möglichst langes Rohrbündel, wobei das kurze Rohrbündel so lang sein muss, dass der Taupunkt des feuchten, das korrosive Medium enthaltenden Gas bzw. des Kondensationspunktes des säurebildenden Gas zuverlässig im Bereich des kurzen Rohrbündels liegt und das lange Rohrbündel sich einschließlich der Trennstelle außerhalb des Kondensationsbereichs des das säurebildenden Gas bzw. das säurebildenden Gas enthaltenden Gas befindet, um Korrosion des langen Rohrbündels zu vermeiden. Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht ein Längenverhältnis von etwa 1:5 des kurzen zum langen Rohrbündel vor, wobei auch Längenverhältnisse ab etwa 1:2 oder 1:3 möglich sind. Zur Ausbildung der Trennstelle des Rohrbündels sieht eine Ausgestaltung der Erfindung vor, jedes Rohrbündel mit einem Flansch zu versehen, mit dem die Rohre des jeweiligen Rohrbündels fluiddicht verbunden sind. Die beiden Flansche sind ihrerseits fluiddicht miteinander verbunden, beispielsweise ver-

schraubt, verschweißt, vernietet oder durch Bördeln verbunden, wobei eine Fluiddichtigkeit entlang einer geschlossenen Linie, die alle Rohre der Rohrbündel umschließt, also beispielsweise eine fluiddichte Verbindung der beiden Flansche an ihrem Umfang, genügt. Die fluiddicht verbundenen Flansche bilden einen Doppelflansch und zugleich die Trennstelle, an der die Rohrbündel trennbar sind. Eine Verbindung der beiden Flansche ist beispielsweise auch durch Verschweißen der beiden Flansche entlang ihres Umfangs möglich, zum Trennen muss eine Schweißnaht auf- oder abgetrennt werden. Eine Abdichtung zwischen verschiedenen Rohren des Rohrbündels ist nicht notwendig wenn die Rohre des Rohrbündels in gleicher Richtung durchströmt werden, was die Abdichtung der Rohrbündel an der Trennstelle vereinfacht.

[0009] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht ein Rohr als Gehäuse vor, in dem das Rohrbündel angeordnet ist.

[0010] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass ein feuchtes Gas, ein säurebildendes Gas oder ein Gasgemisch, das ein säurebildendes Gas enthält, als wärmeabgebendes Fluid in Längsrichtung des Rohrbündels in einer Richtung durch das Gehäuse oder das Rohrbündel des Rohrbündelwärmeübertragers strömt und dabei Wärme abgibt und abkühlt, so dass Feuchtigkeit des Gases bzw. das säurebildende Gas kondensiert. Das kurze Rohrbündel befindet sich an einem kälteren Ende, also dort wo die Feuchtigkeit aus dem Gas bzw. das säurebildende Gas kondensiert. Das kurze Rohrbündel ist so lang, dass es bis in einen Bereich reicht, in dem das feuchte Gas bzw. das säurebildende Gas so warm ist, dass seine relative Feuchtigkeit unter 100% beträgt und nicht kondensiert bzw. das kurze Rohrbündel ist so lang, dass es bis in einen Bereich reicht, in dem das säurebildenden Gas nicht kondensiert. Ein Taupunkt des feuchten Gas bzw. ein Kondensationspunkt des säurebildenden Gas befindet sich also im Bereich des kurzen Rohrbündels, das lange Rohrbündel einschließlich der Trennstelle befindet sich in einem Bereich, in dem das Gas seinen Tau- bzw. Kondensationspunkt nicht unterschreitet und keine Feuchtigkeit bzw. kein säurebildendes Gas kondensiert, so dass das lange Rohrbündel einschließlich der Trennstelle keiner oder allenfalls geringer Korrosion ausgesetzt ist. Jedenfalls ist das lange Rohrbündel einschließlich der Trennstelle weniger korrosionsgefährdet als das kurze Rohrbündel, weil im Bereich des langen Rohrbündels einschließlich der Trennstelle keine Kondensation stattfindet.

[0011] Vorzugsweise wird der Rohrbündelwärmeübertrager im Gegenstrom betrieben, d.h. im Gehäuse strömt ein Fluid in entgegengesetzter Richtung wie im Rohrbündel. Ein kälteres, d.h. wärmeaufnehmendes Medium tritt auf der Seite des kurzen Rohrbündels in das Rohrbündel oder das Gehäuse ein, ein wärmeres, d.h. wärmeabgebendes Medium tritt am anderen Ende in das Gehäuse oder das Rohrbündel des Rohrbündelwärmeübertragers ein. Durch diese Fluidführung sind das wärmeaufneh-

mende und das wärmeabgebende Fluid im Bereich des kurzen Rohrbündels kälter, so dass dort der Tau- bzw. Kondensationspunkt unterschritten wird und sich das lange Rohrbündel einschließlich der Trennstelle in einem Bereich befinden, in dem keine Feuchtigkeit bzw. kein säurebildendes Gas kondensiert.

[0012] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der Rohrbündelwärmeübertrager Umlenkbleche aufweist, die im Gehäuse angeordnet und von den Rohren des Rohrbündels durchsetzt sind. Die Umlenkbleche weisen Durchlässe für das das Gehäuse durchströmende Fluid auf, beispielsweise in Form eines Zwischenraums zwischen einem Rand eines Umlenkblechs und dem Gehäuse an einer Umfangsstelle. Möglich ist aber beispielsweise auch eine oder sind mehrere Öffnungen innerhalb des Umlenkblechs. Durchlässe benachbarter Umlenkbleche befinden sich an verschiedenen Stellen, vorzugsweise abwechselnd an einander gegenüberliegenden Umfangsstellen. Auf diese Weise wird das Fluid durch das Gehäuse zwischen den Umlenkblechen in einem Querstrom zum Rohrbündel und damit quer zwischen den Rohren des Rohrbündels hindurch geleitet. Zusätzlich zur Querströmung kann das Fluid zwischen den Umlenkblechen auch in Längsrichtung des Rohrbündels strömen. Durch die Querströmung zwischen den Umlenkblechen wird eine Kontaktstrecke des das Gehäuse durchströmenden Fluids mit dem Rohrbündel verlängert und eine Wärmeübertragung verbessert. Auch wenn sie als "Bleche" bezeichnet werden müssen die Umlenkbleche nicht aus Metall bestehen sondern sind allgemein als Umlenkeinrichtungen zu verstehen, die eine Querströmung zwischen den Rohren hindurch zusätzlich zur Längsströmung entlang der Rohre bewirken.

[0013] Eine Ausgestaltung der Erfindung sieht einen Kompensator, d. h. Einrichtung zum Ausgleich unterschiedlicher Temperaturdehnungen des Gehäuses und des Rohrbündels vor. Der Kompensator kann beispielsweise eine oder mehrere Wellungen eines das Gehäuse bildenden Rohrs oder einer Muffe, die Teil des Gehäuses ist, sein. Der Kompensator kann also beispielsweise nach Art eines Wellrohrs ausgebildet sein. Andere Ausgestaltungen sind möglich. Erfindungsgemäß befindet sich der Kompensator außerhalb des Bereichs, in dem das feuchte, wärmeabgebende und ein korrosives Medium enthaltende bzw. das säurebildende Gas kondensiert, oder hat eine Oberflächentemperatur, die oberhalb der Kondensationstemperatur des säurebildenden Gases liegt, so dass auch der Kompensator keinen oder allenfalls geringer Korrosion ausgesetzt ist.

[0014] Auch das Gehäuse des erfindungsgemäßen Rohrbündelwärmeübertragers kann eine Trennstelle außerhalb des Kondensationsbereichs des feuchten, wärmeabgebenden und ein korrosives Medium enthaltenden bzw. säurebildenden Gas aufweisen, so dass nur ein kurzer Teil des Gehäuses Korrosion ausgesetzt ist, der getauscht werden kann.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels nä-

hererläutert. Die einzige Figur, die auf zwei Blätter verteilt ist, zeigt einen Achsschnitt eines erfindungsgemäßen Rohrbündelwärmeübertragers.

[0016] Der in der Zeichnung dargestellte, erfindungsgemäße Rohrbündelwärmeübertrager 1 weist ein Rohr als Gehäuse 2 auf, in dem ein Rohrbündel 3 angeordnet ist, dessen Rohre 4 achsparallel zum Gehäuse 2 verlaufen. Das Rohrbündel 3 weist einen Doppelflansch 5 auf, der eine Trennstelle 6 bildet, an der das Rohrbündel 3 in ein kurzes Rohrbündel 7 und ein langes Rohrbündel 8 trennbar ist. Im Ausführungsbeispiel ist das lange Rohrbündel 8 fünfmal so lang wie das kurze Rohrbündel 7, das Längenverhältnis der Rohrbündel 7, 8 kann bei Ausführungen der Erfindung variieren. Enden der Rohre 4 der Rohrbündel 7, 8 sind fluiddicht mit je einem Flansch 9, 10 verschweißt, wobei die beiden Flansche 9, 10 an ihrem Umfang zu dem Doppelflansch 5 verschweißt sind. Die Rohre 4 des kurzen und des langen Rohrbündels 7, 8, sind nicht miteinander verschweißt, sondern über die Flansche 9, 10 miteinander verbunden. Durch Auf- oder Abtrennen einer Schweißnaht der beiden Flansche 9, 10 des Doppelflansch 5 ist das Rohrbündel 3 in das kurze und das lange Rohrbündel 7, 8 trennbar. Andere Verbindungen der beiden Flansche 9, 10 als Schweißen, beispielsweise Verschrauben, sind möglich.

[0017] An dem Doppelflansch 5 fernen Enden sind die Rohre 4 der Rohrbündel 7, 8 fluiddicht mit Endflanschen 11, 12 verschweißt. Auf einer dem Rohrbündel 7 abgewandten Seite weist der Endflansch 11 des kurzen Rohrbündels 7 einen konischen Stutzen als Fluideinlass 13 auf, in den die Rohre 4 münden. Am Endflansch 12 des langen Rohrbündels 8 münden dessen Rohre 4 in ein Ende des Gehäuses 2, das ein kurzes Rohrstück mit einem Flansch als Fluidauslass 14 des Rohrbündels 3 aufweist. Die Endflansche 11, 12 füllen einen Querschnitt des Gehäuses 2 aus, so dass kein Fluid zwischen den Endflanschen 11, 12 und dem Gehäuse 2 durchtritt.

[0018] In Abständen weist das Rohrbündel 3 Umlenkleche 15 auf, die quer im Gehäuse 2 angeordnet sind und durch die die Rohre 4 des Rohrbündels 3 durchtreten. Die Umlenkleche 15 weisen die Form von Kreissegmenten auf, die deutlich mehr als einen Halbkreis einnehmen, so dass ein ebenfalls kreissegmentförmiger Durchlass 16, der den Rest der Querschnittsfläche des Gehäuses 2 einnimmt, frei bleibt. Die Durchlässe 16 benachbarter Umlenkleche 15 sind jeweils gegenüberliegend, so dass ein Fluidstrom durch das Gehäuse 2 schlangenlinienförmig gelenkt wird und zwischen zwei Umlenklechen 15 stets zwischen den Rohren 4 des Rohrbündels 3 durchströmt. Der Doppelflansch 5 bildet ebenfalls ein solches Umlenklech.

[0019] Das Gehäuse 2 weist an beiden Enden innerhalb der Endflansche 11, 12 des Rohrbündels 3 Anschlüsse als Fluideinlass 17 und Fluidauslass 18 auf, wobei die Fluideinlässe 13, 17 in das Rohrbündel 3 und in das Gehäuse 2 ebenso wie die Fluidauslässe 14, 18 aus dem Rohrbündel 3 und aus dem Gehäuse 2 sich jeweils an gegenüberliegenden Enden des Rohrbündel-

wärmeübertrages 1 befinden. Der Fluideinlass des wärmeaufnehmenden, kälteren Mediums, im Ausführungsbeispiel der Fluideinlass 13 in das Rohrbündel 3, und der Fluidauslass des wärmeabgebenden, wärmeren Mediums, im Ausführungsbeispiel der Fluidauslass 18 aus dem Gehäuse 2, d.h. jeweils die kälteren Seiten der den Rohrbündelwärmeübertrager 1 durchströmenden Medien, sind auf der Seite des kurzen Rohrbündels 7 vorgesehen. Der Rohrbündelwärmeübertrager 1 wird also im Gegenstrom bzw. durch die Umlenkleche 15, die eine schlangenlinienförmige Durchströmung des Gehäuses 2 erzwingen, in einem Kreuzgegenstrom betrieben.

[0020] Im Bereich des Doppelflansch 5 des Rohrbündels 3 weist das Gehäuse 2 eine Muffe 19 mit zwei umlaufenden Wellungen 20 vergleichbar einem Wellrohr als Kompensator 21, d. h. als Einrichtung zum Ausgleich unterschiedlicher Temperaturdehnungen des Gehäuses 2 und des Rohrbündels 3 auf. Das Gehäuse 2 ist dreiteilig, es weist ein kurzes Rohr 22 und ein langes Rohr 23 auf, die durch verschraubte Flansche 24 mit dem Kompensator 21 verbunden sind. Das kurze Rohr 22 beinhaltet im Wesentlichen das kurze Rohrbündel 7 und das lange Rohr 23 im Wesentlichen das lange Rohrbündel 8. Im Ausführungsbeispiel befindet sich ein größerer Teil einer Länge des Kompensators 21 im Bereich des langen Rohrbündels 8 und ein kürzerer Teil des Kompensators 21 im Bereich des kurzen Rohrbündels 7.

[0021] Der Rohrbündelwärmetauscher 1 dient zum Vorwärmen und zur Rückgewinnung von Wärme aus Luft, die beispielsweise mit Fluorwasserstoff, Chlorwasserstoff, Bromwasserstoff und/oder Jodwasserstoff belastet ist. Allgemein dient der Rohrbündelwärmetauscher 1 zum Vorwärmen und zur Wärmerückgewinnung eines feuchten Gases, das ein korrosives Medium enthält, wobei das korrosive Medium, beispielsweise eines der vorgenannten Gase, also ein säurebildendes Gas ist. Das säurebildende Gas wirkt erst nach Kondensation durch Säurebildung korrosiv, also wenn das säurebildende Gas seinen Kondensationspunkt unterschreitet. Grundsätzlich können auch zwei verschiedene Fluide durch das Rohrbündel 3 und durch das Gehäuse 2 geleitet werden, von denen zumindest eines ein feuchtes Gas ist, das ein korrosives Medium, insbesondere ein säurebildendes Gas enthält. Solcher Art belastete Luft stammt beispielsweise aus Isolierschaum von Kühlschränken und entsteht bei deren Entsorgung und Oxidation/Verbrennung. Ein anderes belastetes Fluid ist beispielsweise Kältemittel. Das feuchte und ein korrosives Medium enthaltende Gas bzw. ein Gasgemisch, das ein säurebildendes Gas enthält, wird vorzugsweise durch das Gehäuse 2 geleitet, damit eventuelle Korrosionsausblühungen außen an den Rohren 4 des Rohrbündels 3 entstehen und die Rohre 4 nicht zusetzen.

[0022] Das feuchte, ein korrosives Medium enthaltende Gas bzw. das Gas, das das säurebildende Gas enthält, wird als wärmeabgebendes Medium warm mit einer Temperatur von über 370° Celsius, beispielsweise etwa 500° Celsius durch den Fluideinlass 17 am Ende des

langen Rohrbündels 8 in das Gehäuse 2 geleitet, durchströmt das Gehäuse 2 schlängelinienförmig in Längsrichtung, wobei es zwischen jedem Umlenklech 15 zwischen den Rohren 4 des Rohrbündels 3 durchströmt und tritt durch den Fluidauslass 18 am anderen Ende des Gehäuses 2 mit einer Temperatur von beispielsweise 70° Celsius aus. Der Rohrbündelwärmetauscher 1 ist so ausgelegt, d. h. das kurze Rohrbündel 7 ist so lang, dass das feuchte Gas seinen Taupunkt bzw. im Fall eines säurebildenden Gas dieses seinen Kondensationspunkt erst nach Passieren des Doppelflanschs 5, also im Bereich des kurzen Rohrbündels 7 unterschreitet. Korrosion tritt deswegen ausschließlich oder jedenfalls im Wesentlichen nur im Bereich des kurzen Rohrbündels 7 auf. Im Bereich des langen Rohrbündels 8 und des Doppelflanschs 5, der die Trennstelle 6 des Rohrbündels 3 bildet, kondensiert das säurebildende Gas nicht und die relative Feuchtigkeit beträgt unter 100% und bleibt im Gas, das auch als Transportfluid aufgefasst werden kann, gelöst, so dass hier keine oder allenfalls geringe Korrosion zu besorgen ist. Ein Längenverhältnis des kurzen Rohrbündels 7 zum langen Rohrbündel 8 beträgt im Ausführungsbeispiel 1:5 und ist abhängig von dem oder den Rohrbündelwärmetauschern 1 durchströmenden Fluiden und deren Temperaturen an den Fluideinlässen 13, 17 und Fluidauslässen 14, 18 bzw. von den Rohrbündelwärmetauschern 1 durchströmenden Fluidmengen und deren Temperaturen an den Fluideinlässen 13, 17. Der Rohrbündelwärmeübertrager 1 ist länger als gezeichnet, auf Blatt 2/2 fehlt ein Teil des langen Rohrbündels 8 und des langen Rohrs 23 des Gehäuses, damit die Zeichnung auf das Blatt passt.

[0023] Das kurze Rohrbündel 7 besteht aus einem korrosionsfesten Stahl oder jedenfalls aus korrosionsfesterem Stahl als das lange Rohrbündel 8 und kann zudem durch Trennen an der Trennstelle 6 nach Öffnen des Gehäuses 2 an einem der Flansche 24 verhältnismäßig einfach als Opferteil ausgewechselt werden. Als Alternative kann das kurze Rohrbündel 7 aus einem korrodierenden Material oder aus einem Material vergleichbarer Korrosionsfestigkeit bestehen wie das lange Rohrbündel 8 und entsprechend oft getauscht werden. Das lange Rohrbündel 8 besteht aus einem weniger korrosionsfesten und günstigerem und/temperaturbeständigerem Stahl. Korrosionsfestigkeit bezieht sich auf das oder die korrosiven Medien in dem oder den feuchten, den Rohrbündelwärmeübertrager 1 durchströmenden Gasen. Das kurze und das lange Rohr 22, 23 des Gehäuses 2 können aus denselben Stählen wie das kurze und das lange Rohrbündel 7, 8 bestehen.

Patentansprüche

1. Rohrbündelwärmeübertrager, mit einem Gehäuse (2), durch das im Betrieb ein Fluid strömt, und mit einem Rohrbündel (3), das in dem Gehäuse (2) angeordnet ist und durch das im Betrieb ein Fluid

strömt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohrbündel (3) eine Trennstelle (6) aufweist, an der es in ein kurzes Rohrbündel (7) und ein langes Rohrbündel (8) trennbar ist.

2. Rohrbündelwärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohrbündel (3) in einem Längenverhältnis von etwa 1:5 trennbar ist.

3. Rohrbündelwärmeübertrager nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohrbündel (3) an der Trennstelle (6) einen Doppelflansch (5) mit zwei fluiddicht verbundenen Flanschen (9, 10) aufweist, wobei Rohre (4) jedes Rohrbündels (7, 8) fluiddicht mit einem Flansch (9, 10) verbunden sind.

4. Rohrbündelwärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gehäuse (2) ein Rohr aufweist, in dem das Rohrbündel (3) angeordnet ist.

5. Rohrbündelwärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein feuchtes Gas als wärmeabgebendes Fluid in einer Richtung durch den Rohrbündelwärmeübertrager (1) strömt und dabei abkühlt, so dass Feuchtigkeit kondensiert, und dass sich das lange Rohrbündel (8) einschließlich der Trennstelle (6) außerhalb eines Kondensationsbereichs des feuchten Gas befinden.

6. Rohrbündelwärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein feuchtes, ein säurebildendes Gas enthaltendes Gasgemisch als wärmeabgebendes Fluid in einer Richtung durch den Rohrbündelwärmeübertrager (1) strömt und dabei abkühlt, so dass das säurebildende Gas kondensiert, und dass sich das lange Rohrbündel (8) einschließlich der Trennstelle (6) außerhalb eines Kondensationsbereichs des säurebildenden Gases befinden.

7. Rohrbündelwärmeübertrager nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das feuchte, wärmeabgebende Gas durch das Gehäuse (2) strömt.

8. Rohrbündelwärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das kurze Rohrbündel (7) aus einem korrosionsfesteren Material besteht als das lange Rohrbündel (8).

9. Rohrbündelwärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rohrbündelwärmeübertrager (1) Umlenkleche (15) aufweist, die an einer Stelle durch- oder umströmbar sind, wobei benachbarte Umlenk-

bleche(15) nicht an gleichen Stellen durch- oder umströmbar sind, so dass durch das Gehäuse (2) strömendes Fluid zwischen den Umlenklechen (15) in einen Querstrom zwischen Rohre (4) des Rohrbündels (3) geleitet wird.

5

10. Rohrbündelwärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rohrbündelwärmeübertrager (1) einen Kompensator (21) zum Ausgleich unterschiedlicher Temperaturdehnungen des Gehäuses (2) und des Rohrbündels (3) aufweist.

10

11. Rohrbündelwärmeübertrager nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Kompensator (21) außerhalb des Kondensationsbereichs des feuchten, wärmeabgebenden Gas bzw. außerhalb des Kondensationsbereichs des säurebildenden Gases befindet.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

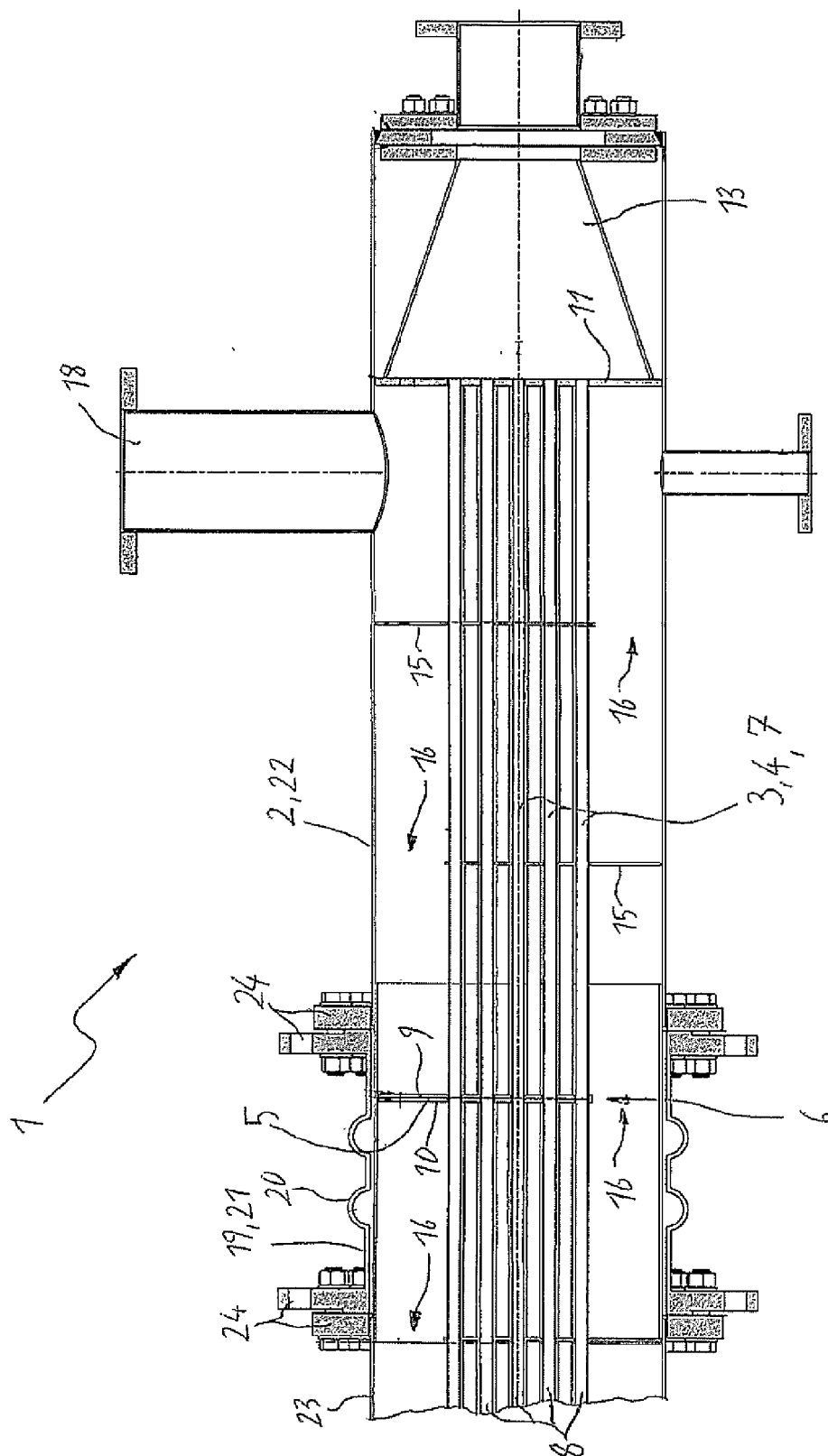


FIG. 1

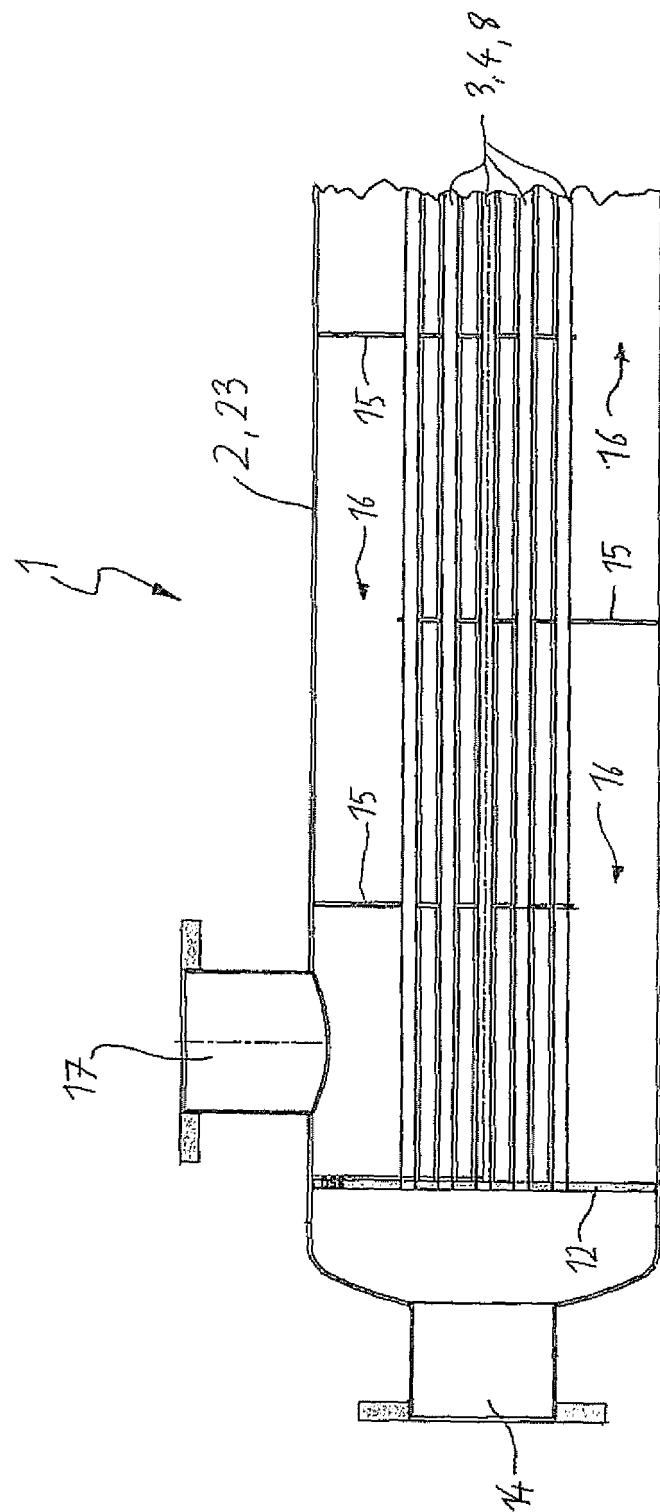


FIG. 2



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 14 18 7930

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	DE 33 44 500 A1 (UERUENDUEL CALAL [DE]; WECKENMANN JUERGEN [DE]) 20. Juni 1985 (1985-06-20) * Seiten 4-7; Abbildungen 1-4 *	1,2,5-7, 9	INV. F28F9/26 F28F19/00 F28D7/16
A	----- WO 2012/010620 A1 (UNIV SAVOIE [FR]; CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]; LUO LINGAI [FR]; FAN YI) 26. Januar 2012 (2012-01-26) * Seiten 9-11; Abbildung 4 *	3,4,8, 10,11	
X	----- WO 2012/010620 A1 (UNIV SAVOIE [FR]; CENTRE NAT RECH SCIENT [FR]; LUO LINGAI [FR]; FAN YI) 26. Januar 2012 (2012-01-26) * Seiten 9-11; Abbildung 4 *	1-7	
A	----- DE 203 18 321 U1 (MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE]) 4. März 2004 (2004-03-04) * Seiten 3-4; Abbildungen 1-2 *	8-11	
X	----- FR 2 256 778 A1 (SUN VENTURES INC [US]) 1. August 1975 (1975-08-01) * Seiten 3-4; Abbildung 1 *	1-7,10, 11	
A	----- WO 2013/125960 A1 (AKER SUBSEA AS [NO]) 29. August 2013 (2013-08-29) * das ganze Dokument *	8,9	
X	----- FR 2 256 778 A1 (SUN VENTURES INC [US]) 1. August 1975 (1975-08-01) * Seiten 3-4; Abbildung 1 *	1-7	
A	----- WO 2013/125960 A1 (AKER SUBSEA AS [NO]) 29. August 2013 (2013-08-29) * das ganze Dokument *	8-11	
A	----- WO 2008/147062 A1 (SEO DONG SOONG [KR]; CHOI WAN SOO [KR]) 4. Dezember 2008 (2008-12-04) * das ganze Dokument *	1-11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28F F28D
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	
München		30. März 2015	
Prüfer		Merkt, Andreas	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 18 7930

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-03-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3344500 A1	20-06-1985	KEINE	
WO 2012010620 A1	26-01-2012	CN 103201585 A	10-07-2013
		EP 2596313 A1	29-05-2013
		FR 2963091 A1	27-01-2012
		JP 2013538112 A	10-10-2013
		US 2013174924 A1	11-07-2013
		WO 2012010620 A1	26-01-2012
DE 20318321 U1	04-03-2004	KEINE	
FR 2256778 A1	01-08-1975	KEINE	
WO 2013125960 A1	29-08-2013	AU 2013222857 A1	14-08-2014
		WO 2013125960 A1	29-08-2013
WO 2008147062 A1	04-12-2008	CN 101680719 A	24-03-2010
		EP 2165144 A1	24-03-2010
		JP 2010526984 A	05-08-2010
		KR 100798701 B1	28-01-2008
		US 2010122797 A1	20-05-2010
		WO 2008147062 A1	04-12-2008

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3344500 A1 [0002]